Das Laichverhalten der Vertreter der Familie Osteoglossidae (Versuch einer Übersicht) [1]

Von K. H. LÜLING, Bonn

Greenwood, Rosen, Weitzmann und Myers (1966) haben in ihrer Revision der Phylogenie und Klassifikation der Teleostier die Stufengliederung in Isospondyli, Mesichthyes und Acanthopterygii aufgelöst. Die Isospondyli haben sie als Sammelgruppe herausgestellt. Nach den genannten Autoren sind 3 Hauptlinien der Knochenfische zu unterscheiden: der ersten gehören die Clupeomorpha und die Elomorpha an; die zweite wird von den Osteoglossomorpha gebildet, und die dritte Linie ist die der Protacanthopterygii, Paracanthopterygii und Acanthopterygii. Zu ihr gehören weiter mit noch nicht klarem Anschluß die Ostariophysi und die Atherinomorpha. Als Vorfahren der Acanthopterygii gelten die deshalb so benannten Protacanthopterygii. Neben einigen Tiefseefischen und anderen sind die Salmoniformes, die bisher mit den Clupeomorpha und Osteoglossomorpha als Isospondyli vereinigt waren, ihre Kerngruppe.



Abb. 1. Die Verbreitungsgebiete der Osteoglossiden.
1, 2 Verbreitungsgebiet von *Osteoglossum bicirrhosum* und *Arapaima gigas*.
3 Verbreitungsgebiet von *Heterotis niloticus*.
4 Verbreitungsgebiet von *Scleropages leichhardti*.
5 Verbreitungsgebiet von *Scleropages formosus*.

Innerhalb der Gruppe der Osteoglossomorpha (mit den Familien Osteoglossidae, Pantodontidae, Hiodontidae, Notopteridae und Mormyridae) sind die O s t e o g l o s s i d a e wegen ihrer disjunkten Verbreitung auf den drei Südkontinenten Australien (einschließlich der Grenzgebiete zum südlichen Ostasien), Afrika und Südamerika besonders interessant. Sie

[1]) Seinem lieben Kollegen G. Niethammer zum 60. Geburtstag.

zeigen in dieser Hinsicht eine bemerkenswerte Analogie zu den rezenten Vertretern der Dipnoidea. Die Osteoglossidae setzen sich aus den Gattungen *Osteoglossum, Arapaima, Heterotis* und *Scleropages* zusammen.

Im einzelnen zeigen die Vertreter der Osteoglossidae folgende Vorkommensbereiche (Abb. 1):

Osteoglossum bicirrhosum Vandelli (Abb. 2, B); Amazonas und Amazonaseinzugsgebiet (nur soweit es reine Tiefland-, d. h. Hylaeagebiete umfaßt) vom Guayana-Orinocogebiet und in den Amazonasniederungen bis weit nach Osten zum mittleren Ucayali, im Süden aber das Magdalena- und Paranáflußsystem nicht erreichend. *Osteoglossum* war bis vor kurzem eine monotypische Gattung, jedoch hat Kanazawa, 1966, eine zweite Art, *Osteoglossum ferreira,* beschrieben.

Diese Art wird hier nicht weiter behandelt, da über sie außer dem Taxonomischen noch keine weiteren Angaben vorliegen. Auch wird diese Species kaum wesentliche biologische Abweichungen gegenüber *O. bicirrhosum* aufweisen.

Arapaima gigas (Cuvier) (Abb. 2, C) hat interessanterweise das gleiche Verbreitungsgebiet wie *Osteoglossum bicirrhosum.*

O. bicirrhosum und *A. gigas* treten in Amazonien wahrscheinlich in zwei oder mehreren geographischen Rassen auf.

Heterotis niloticus Ehrenbaum (Abb. 2, A) kommt im tropischen Westafrika bis zum oberen Nil (nicht unterhalb Assuan) vor.

Scleropages leichthardti Guenther (Abb. 2, D) hat sein Verbreitungsgebiet im südlichen Neu-Guinea und im nördlichen, tropischen Australien in Flüssen des Golfes von Carpentaria und im östlichen Queensland südlich des Dawson-Flusses.

Scleropages formosus (Müller und Schlegel) (Abb. 2, E) kommt im südlichen Ostasien nördlich des Äquators, im südlichen Thailand und Indochina (bes. auch in Kambodscha; Blanc und d'Aubenton, 1965) und in Äquatornähe auf der Malayischen Halbinsel und in Indonesien (Sumatra und Borneo) vor, jedoch nicht östlich der Wallaceschen Linie zwischen Bali und Lombok, die die Süßwasser-Fischfauna Asiens von der Neu-Guineas und Australiens trennt.

Über die Gattung *Scleropages* sagt Darlington (1957): „This genus spans the gap between Asia and Australia in a way that no other living primary division fishes do."

Seit Regan sieht man die Osteoglossiden als altertümliche Fischgruppe an, aber, erst aus dem frühen Tertiär bekannt, sind sie als Fossilien nicht älter als die Ostariophysi.

Die heute lebenden Vertreter der Osteoglossidae kann man als Reliktformen auffassen, deren Vorfahren früher eine sicherlich recht kontinuierliche meist allerdings hochtropische Verbreitung von Ost nach West hatten.

Fossile Osteoglossiden bestimmter Gattungen kommen in Süßwasserablagerungen in Nordamerika (Eozän von Wyoming), Indien (Eozän), Sumatra (wahrscheinlich Eozän) und in Australien (in Queensland, wahrscheinlich Oligozän, angenommenerweise die gleiche Gattung, die in Nordamerika im Eozän vorkommt) vor, und ein als Osteoglosside angesehenes

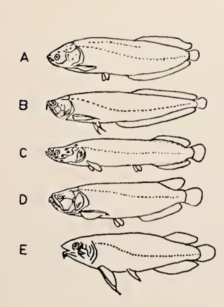


Abb. 2. Umrißzeichnung von
A *Heterotis niloticus,* B *Osteoglossum bicirrhosum,* C *Arapaima gigas,* D *Scleropages leichhardti,* E *Scleropages formosus.*

Fossil gibt es in augenscheinlich marinen Ablagerungen in England. Kein fossiler Osteoglosside wurde bisher in Südamerika entdeckt. Südamerika hing mit Afrika, wie wir neuerdings sicher wissen, bis ins Mesozoikum zusammen, d. h. die Trennung erfolgte noch vor der Zeit, aus deren Schichten wir die spärlichen Osteoglossiden-Fossilien besitzen.

Allgemein werden die Osteoglossiden auch phylogenetisch als Süßwasserfische angesehen, „und nichts spricht dafür, daß sie jemals meeresbewohnende Vorfahren gehabt haben" (v. Wahlert, 1968). Es muß aber erwähnt werden, daß wenigstens eine Art, nämlich die afrikanische Spezies *Heterotis niloticus,* gelegentlich ins brackige Wasser der Mündung des Senegal hineingeht und, wie erwähnt, ist ein Osteoglossiden-Fossil in wahrscheinlich marinen Ablagerungen gefunden worden. *Heterotis niloticus* müßte nach Darlington, 1957, streng genommen mindestens seiner „secondary division", d. h. den Fischen mit geringer Salztoleranz, zugerechnet werden. Aber gegen den eventuellen theoretischen Schluß, daß salztolerante Süßwasserfische Vorfahren gehabt haben könnten, die im Meere lebten und sich über das Meer zu verschiedenen Kontinenten verbreiteten, führt v. Wahlert (1968) mit vollem Recht an: „Das sind evolutionsbiologisch natürlich völlig verschiedene Phaenomene. Für eine tiergeographische Analyse müßte zunächst sorgfältiger untersucht werden, bei welchen der salztoleranten Fische dies mit einer Herkunft aus dem Meer zusammenhängt und bei welchen das eher eine Präadaption für eine Einwanderung in das Meer ist."

Über die geographische Verbreitung der Osteoglossiden-Vorfahren läßt sich jedenfalls nach wie vor nichts wirklich Stichhaltiges aussagen. Um so mehr interessiert die Frage, welche biologischen Gemeinsamkeiten die heutigen, so disjunkt verbreiteten Vertreter dieser Fischgruppe untereinander zeigen.

Vor allem ist es das Laichverhalten dieser Gruppe, das zum Vergleich reizt, denn es ist, wie gezeigt werden wird, recht kompliziert, aber mit einem für die Fische ganz allgemein als ursprünglich anzusehenden Grundzug: sorgfältige Ablage einer relativ kleinen Eiermenge auf ein Substrat (mit Paar- und Revierbildung). Als sekundärer Zug kann das sorgfältige Ablegen der Eier auf ein Substrat (Laichgrube) angegeben werden; stattdessen werden die Eier dann ins Maul genommen.

Nachdem von mir im Rahmen autökologischer Untersuchungen an *Arapaima gigas* in Amazonien eine ganze Reihe Beobachtungen auch für das Laichverhalten dieses Fisches gemacht werden konnten (Lüling, 1964) und nachdem es im vorvorigen Jahr in den USA gelang, ein *Osteoglossum*-Pärchen erfolgreich in einem Großaquarium zum Ablaichen zu bringen, erscheint jetzt zumindest der Versuch einer solchen vergleichenden Übersicht lohnend zu sein, wenn auch dieses oder jenes Detail in Zukunft sicherlich noch korrigiert und weitere Details besonders über die Gattung *Scleropages* zugefügt werden müssen.

Die rezenten Osteoglossiden sind ohne Ausnahme ausgesprochen tropische Fische, die in hochtemperiertem Flachwasser laichen. Der Laichbiotop kann für alle Arten in folgender Weise charakterisiert werden: Hochtemperierter Flachwasserbereich ohne Turbulenzen (Stillwasser oder nur ganz schwach bewegtes Fließwasser), durchsetzt oder eingefaßt von reichlich aquaphilen Pflanzen (meist auch reichlich Geäst im Wasser und dichtes Ufergesträuch).

Vor dem Laichen schließen sich die Osteoglossiden zumindest für die Dauer der Laichperiode zu einem festen Elternpaar zusammen. Bei den südamerikanischen Arten und der afrikanischen Art hat das Paar innerhalb des Flachwassers ein bestimmtes Laichrevier; es ist wahrscheinlich, daß die beiden Vertreter der Gattung *Scleropages* ebenfalls ein festes Laichrevier besitzen. Die Eier werden im Laichrevier direkt über dem Boden abgegeben oder direkt auf diesen deponiert (Bodengelege). Meist wird der Boden, auf den die Eier zu liegen kommen, vorher gereinigt und geglättet, und es wird eine mehr oder weniger tiefe Laichgrube angelegt — so bei den südamerikanischen Arten und bei der afrikanischen Spezies. Bei der südasiatischen und australischen Art wird wahrscheinlich keine Laichgrube ausgeworfen, aber es wird — wenn nicht die Eier sofort ins Maul genommen werden — der Eierablageplatz sicherlich von Pflanzen und Pflanzenresten gesäubert.

Die Eier der Osteoglossiden sind eher mittelgroß als klein oder sogar sehr groß. Die Eierzahl ist besonders im Vergleich zu derjenigen bei Meeresfischen des Pelagials gering. Je größer die Eier, um so geringer die Eierzahl; dies ist besonders auffällig bei der südamerikanischen Spezies *Osteoglossum bicirrhosum*, deren Eierzahl nur zwischen 100—200 Eiern beträgt. Ganz allgemein ist die Zahl der Eier als gering oder höchstens als mittelstark (*A. gigas* schätzungsweise 180 000 Eier im Ovarium — aber nur ein Ovarium erzeugt reife Eier und zwischen diesen befinden sich reichlich

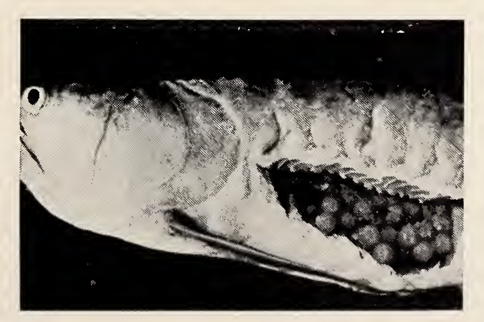


Abb. 3. Laichreifes Weibchen von *Osteoglossum bicirrhosum* aus der Zapote Cocha (Amazonia peruana — 5° 20′ S., 74° 10′ W.) Ende November 1959, dem durch einen Speer die linke Körperseite aufgerissen wurde. Im Coelom sind die bernsteingelben, fast murmelgroßen Eier zu sehen.

Abortiveier) zu bezeichnen; so besteht ein gesteigerter Zwang, die Verlustrate der Eier — und natürlich auch die der Larven und Jungfische — so niedrig wie möglich zu halten. Das geschieht durch ein sorgfältiges Bewachen der Eier und Larven gegenüber Unterwasserfeinden (Raubfischen). Bei einigen Arten ist die „Bewachung" besonders perfekt, indem die Eier und auch die kleinen Larven im Maul getragen oder bei Gefahr in dieses aufgenommen werden. Diese Maulbrutphase ist hinsichtlich der Eier und der geschlüpften Brut eindeutig bei *Osteoglossum bicirrhosum* (Maupin, 1967) und *Scleopages leichhardti* (Bancroff, 1924; Whiteley, 1957) nachgewiesen; sie ist wahrscheinlich auch für *Scleropages formosus.*

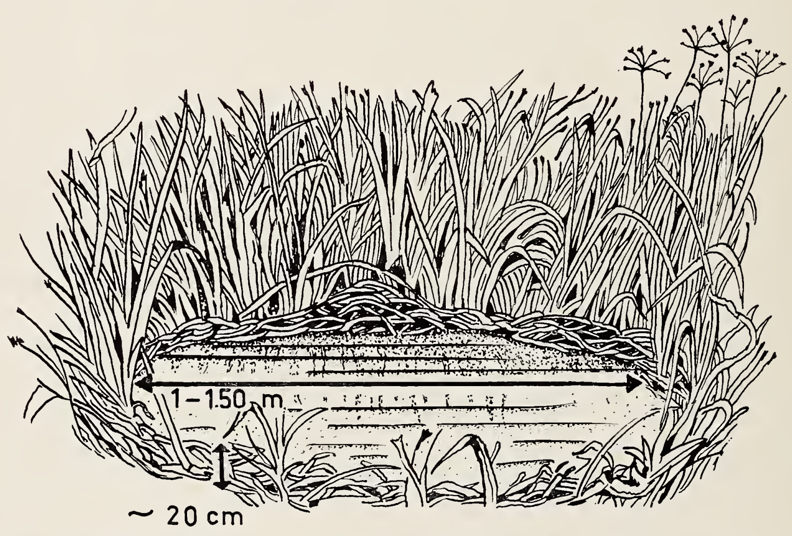


Abb. 4. Nest von *Heterotis niloticus* (nach Budgett, 1901; etwas vereinfacht und verändert).

Von *Arapaima gigas* wird berichtet, daß dieser Fisch das in der Bodengrube deponierte Gelege (bevor die Larven schlüpfen und zur Wasseroberfläche steigen) durch kurzfristige Aufnahme der Eier ins Maul an einen anderen Platz schafft, wenn das Bodenwasser am primären Liegeplatz zu hochtemperiert wird. Das bedarf aber entschieden der Nachprüfung!

Bei *Heterotis niloticus* (Eier im Coelom wie bei den Salmoniden und bei den sehr großen Eiern des *Osteoglossum bicirrhosum* [siehe Abb. 3]; Eierzahl mittelstark) ist eine Maulbrutphase unwahrscheinlich. Stattdessen zeigt diese Fischart ein hochinteressantes sekundäres Sonderverhalten: Es wird aus Grasstengeln über dem Laichplatz ein ringförmig geschlossenes „Nest" angelegt (Abb. 4), in das die Brut nach dem Schlüpfen aufsteigt, wo sie die ersten, besonders gefährdeten drei Lebenstage bleibt und wo sie durch das Weibchen bewacht wird, während das Männchen in Nestnähe

aufmerksam umherschwimmt. Die Bewachung durch die Elternfische hält natürlich auch noch eine Zeitlang an, wenn die Jungfische das „Nest" verlassen haben.

Beim Blick in die geöffnete Leibeshöhle von *Arapaima* und *Osteoglossum* sieht man sofort, daß die Eierzahl des ersten ganz beträchtlich größer ist als die des zweiten, auch wenn man bedenkt, daß bei *A. gigas* nur ein Ovar reif wird (die rechte Gonade atrophiert; Lüling, 1964). Jedoch ist zu berücksichtigen, daß der riesige *A. gigas* erst im 4. bis 5. Lebensjahr geschlechtsreif wird und dann möglicherweise nur alle 2 Jahre ablaicht. Das würde eine beträchtliche Reduzierung der Produktivität dieser Fischart bedeuten, eine Reduzierung, die eine sorgfältige Eier- und Jungfischbewachung mindestens zum Teil wieder aufheben könnte. Daher wird auch bei *Arapaima gigas* das Gelege und die geschlüpfte Brut, die sich vom 7. bis 8. Tage ab über dem Kopf des Männchens als dichter Pulk ansammelt, sorgfältig bewacht und später in innigem Kontakt innerhalb des Reviers geführt.

Wie bereits erwähnt, sind bei *Osteoglossum bicirrhosum* die Eier außerordentlich groß (1,6 cm; Wolfsheimer, 1964. Die Tiere sind bei Größen von 70 bis 100 cm geschlechtsreif.), und die Zahl der Eier in einem Gelege ist dementprechend sehr gering (siehe weiter oben). Für diese Fischart besteht daher ein besonderer Zwang, die Verlustrate bei Eiern, Larven und Jungfischen niedrig zu halten. Tatsächlich nimmt das *Osteoglossum*-Männchen die Eier d i r e k t und u n v e r z ü g l i c h nach Ablage und Besamung ins Maul, um sie dort gegen die feindliche Umwelt zu schützen, wie Maupin (1967) im Großaquarium eindeutig nachweisen konnte. Das Männchen hält nicht nur die Eier, sondern auch die im Vatermaul ausschlüpfenden Larven sorgfältig im Maul, bis sie nach vielen Tagen den Dottersack (eine Dottersacklarve von *O. bicirrhosum* zeigt Abb. 5) aufge-



Abb. 5. Dottersacklarve von *Osteoglossum bicirrhosum* (Schwarz-weiß-Abzug nach einem Farbphoto von Herbert R. Axelrod, Jersey City, New Jersey, USA).

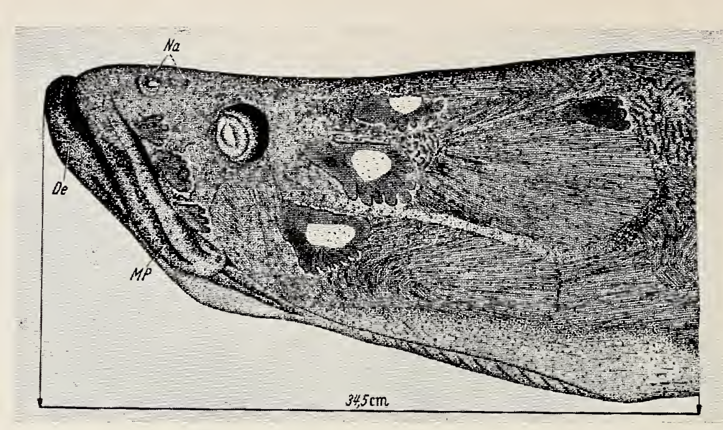


Abb. 6. Kopf von *Arapaima gigas,* die Kopfsinnes- und Kopfsekretionsorgane zeigend.
Zeichnung nach einem hochgeschlechtsreifen Weibchen (aus Lüling, 1964).

zehrt haben; auch danach kehren sie bei Beunruhigung noch oft ins Vatermaul zurück.

Unter den Percoidea besitzen ganz allgemein die Cichlidae niedrige Eierzahlen. Sie sind Substratlaicher, Substratbrüter oder Maulbrüter, und wir sehen bei ihnen auffällige Analogien — Brutbewachung, Maulbrutphase, Führung der kleinen Jungfische — zu den Osteoglossidae.

Lowe (1964) stellte schon bei zweijährigen *Osteoglossum bicirrhosum* reifende Eier im Coelom fest. Die gegenüber *Arapaima gigas* so frühzeitige Geschlechtsreife hebt die Produktivität dieser so wenige Eier erzeugenden Fichart. Auch der Großfisch *Heterotis niloticus* scheint bereits am Ende des zweiten Jahres geschlechtsreif zu werden (Daget, 1957).

Die Larven und Jungfische der Osteoglossiden schließen sich zu einem Schwarm[1]) zusammen, dem die Funktion eines Schutzverbandes zukommt: in der Zeit der Elternbewachung ist nur ein dichter Schwarm von Jungfischen wirkungsvoll bewachbar, und nach der Zeit der Elternführung ist gegenüber den Raubfischen der im Schwarm sich aufhaltende Jungfisch wesentlich besser geschützt als der kontaktlos umherschwimmende Einzelfisch.

Eindeutig nachgewiesen ist die Schwarm- und Pulkbildung der Osteoglossidenlarven und Jungfische, wie erwähnt, bei *Arapaima gigas*, bei *Heterotis nilaoticus* (Svensson, 1933; Daget, 1957), und sie ist bei *Scleropages formosus* und *S. leichhardti* wahrscheinlich vorhanden.

---

[1]) Bei *Arapaima gigas* kann man, wie oben geschehen, von einem dichten Pulk sprechen, der bei dieser Species bis tief in die Hochwasserzeit 2½ bis 3½ Monate zusammenhält; teichgehälterte Jungfische halten u. U. noch länger in einem Pulk zusammen (Lüling, 1964).

In dieser Hinsicht wissen wir über *Osteoglossum bicirrhosum* nichts Eindeutiges. Die Larven des *Osteoglossum*-Paares in dem Aquarium von Tex Maupin in den USA waren nach der Entlassung aus dem Vatermaul in einem engbegrenzten Schwimmraum eingeschlossen und ihre Schwarm- und Pulkbildung mag dadurch gestört gewesen sein und nicht den natürlichen Verhältnissen entsprochen haben.

Die meisten Vertreter der Osteoglossidae (alle Arten sind im Alter sehr stattliche Tiere, die ausgewachsen von fast allen anderen Raubfischen nicht mehr bewältigt werden können) sind als adulte Fische außerhalb der Laichzeit fischverzehrende Einzelschwimmer; nur die großen *Osteoglossum* rauben zur Niedrigwasserzeit am Gestrüppsaum ihrer Stillgewässer und in den schwachfließenden Seitenarmen der Flüsse in sehr aktiven Rudeln. Die Bewachung und Führung der Osteoglossiden-Larven und Jungfische im Revier setzt gute Kontaktmöglichkeiten zwischen Elternfischen und Jungfischen voraus. Dieser Kontakt kann nicht nur optisch bewerkstelligt werden.

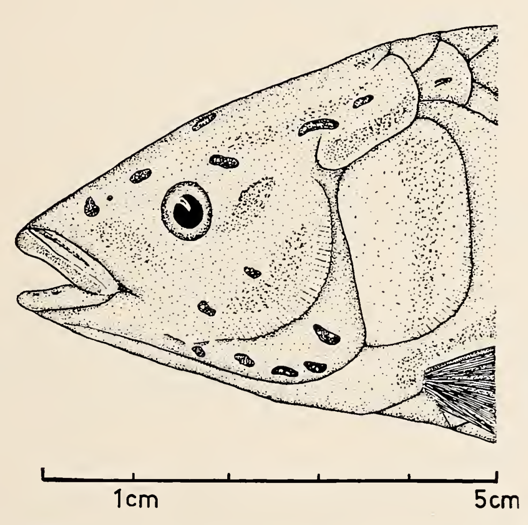


Abb. 7. Kopf von *Heterotis niloticus* mit den Kopfsinnes- und Kopfsekretionsorganen. Aus F. d'Aubenton (1955).

Das Wasser in den Osteoglossiden-Laichbiotopen ist häufig durch Lehmsedimente und mehr oder weniger reichliche Phytoplanktonenentwicklung (oder beides zusammen) trübe und sichtungünstig. Dann ist der Kontakt durch die Wahrnehmung der wechselseitig von den Elternfischen und vom Larven- und Jungfischschwarm erzeugten Turbulenzen und Stauungen (im sonst turbulenzarmen oder oft ganz turbulenzfreien Wasser) gegeben. Die Perzeptionsorgane sind die Seitenlinienfurchen und darüber hinaus und in Ergänzung dazu wahrscheinlich auch die Kopfsinnesfelder und die kurzen Kopffurchen mit ihren feinen Protuberanzen in der Nachbarschaft und und im Gefolge der Kopfsekretionsorgane. Die Seitenline ist bei allen

Osteoglossiden morphologisch sehr vollständig ausgebildet (siehe Abb. 2). Bei zwei Vertretern, *Arapaim gigas* und *Heterotis niloticus* sind die Kopfsinnesfelder besonders gut ausgebildet (Abb. 6, 7).

Bei *Arapaima gigas* gibt es zusätzlich höchstwahrscheinlich noch ein geruchlich (olfaktorisch) oder geschmacklich gesteuertes Kontaktverhältnis zwischen den Elterntieren und den Jungfischen. Beim engen Kontakt auf sehr kurze Entfernung orientieren sich die kleinen Jungen optisch nach dem Helligkeitskontrast zwischen dem dunklen Vorderkörper und dem Kopf des Vaters und dem helleren, lichtdurchfluteten Oberflächenwasser. Auf weite Entfernung (wenn die Jungfische etwas älter geworden sind) entlassen die Elterntiere aus ihren großen und zur Laichzeit sehr funktionsfähigen Kopfsekretionsfeldern einen im Wasser sehr flüchtigen Stoff (Sekrete). Diese Sekrete sind es höchstwahrscheinlich, die auf weite Entfernungen hin den Kontakt und Zusammenhalt zwischen Eltern und Jungfischen möglich machen und aufrechthalten (Ausführliches siehe bei Lüling, 1964).

Es soll hier noch darauf hingewiesen werden, daß einer der Osteoglossidae, *Heterotis niloticus,* als winzige Larve in den ersten Lebenstagen, bevor diese aus dem Bodenwasser des Ablaichplatzes, das sicherlich häufig nicht besonders günstige O_2-Verhältnisse aufweist, an die Wasseroberfläche steigt, lange, reichdurchblutete äußere Kiemenfäden besitzt (Abb. 8 b und 9 D). Mit solchen äußeren Kiemenfäden sind ebenfalls die jüngsten Larven von verschiedenen anderen und nicht verwandten Fischen ausgestattet, die, wie die Osteoglossiden, im hochtropischen Stillwasser am Boden ihre Gelege schlüpfen lassen. Diese Fische sind die phylogenetisch alten *Protopterus-* und *Polypterus*-Arten und *Gymnarchus niloticus* (siehe Abb. 9). Es ist sehr unwahrscheinlich, daß jüngste *Arapaima*-Larven diese larvalen Kiemenanhänge besitzen. Ich konnte bei den ins Oberflächenwasser aufsteigenden 7—8 Tage alten *Arapaima*-Larven jedenfalls nicht die geringsten Rudimente solcher äußeren Kiemenfäden entdecken (Abb. 8 a). Auch ist es noch unbekannt, ob die jüngsten Stadien von *Scleropages* äußere Kiemenfäden haben.

Als Abschluß sei eine Tabelle beigegeben, die alle gemeinsamen und divergenten Stufen des Laichverhaltens der Osteoglossiden aufführt.

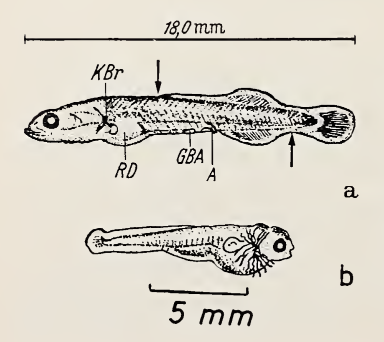


Abb. 8. Larve von *Arapaima gigas* (a) und *Heterotis niloticus* (b), in dem Stadium, in welchem sie sich ins freie Wasser erheben, d. h. schwimmfähig werden.

a) dann 7—8 Tage alt; b) dann 3 Tage alt.

KBr = winzige, in Bildung begriffene Brustflosse; RD = Reste des Dottersackes; GBA = Gewebsknospe als erstes Anzeichen der Bauchflosse; A = After.

(a) aus Lüling, 1964; b) nach Daget, 1957)

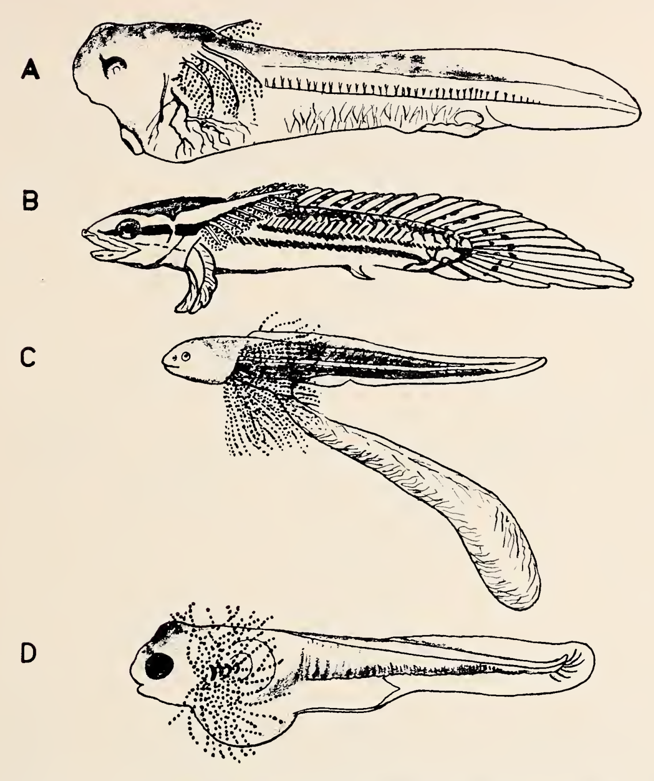


Abb. 9. Larven von phylogenetisch alten Süßwasser-Fischarten, die in stehenden, u. U. sauerstoffungünstigen Gewässer leben (in den ersten Lebenstagen meist am Boden der Gewässer) und zuerst mit äußeren Kiemenfilamenten ausgestattet sind.

A *Protopterus annectens,*

B *Polypterus lapradei,*

C *Gymnarchus niloticus,*

D *Heterotis niloticus.* (Zusammengestellt nach Budgett, 1901; etwas verändert).

Zusammenfassung

Die Veröffentlichung stellt den Versuch dar, das Laichverhalten der über die Südkontinente disjunkt verbeiteten Osteoglossiden (*Scleropages formosus, S. leichhardti, Heterotis niloticus, Osteoglossum bicirrhosum* und *Arapaima gigas*) eingehend und vergleichend zu betrachten und über die Laichverhaltensketten der Arten zu diskutieren. Die gemeinsamen und divergente Züge im Laichverhalten dieser Fische werden anschließend in einer Tabelle übersichtlich zusammengestellt.

Species	ungefähres Alter beim ersten Laichakt	Eiergröße, Eierzahl im Ovarium, „Ovarialverhältnisse" u. Eierzahl im Gelege	Präparation des Bodens für d. Gelege	Zusätzliche Herrichtung des Laichplatzes (außer Bodenpräparation)
Arapaima gigas	nach dem 5. Jahr (Fontenele 1948); (Lüling, 1964)	klein bis mittelgroß (Lüling, 1964); Ovarium mit etwas über 180 000 Eiern (Fontenele, 1948), aber mit Berücksichtigung von Abortiveiern u. nur ein Ovarium mit Eiern (rechtes	Laichgrube (Fontenele, 1948; Sanchez, 1961) Ovar atrophiert) (Lüling, 1964); nur alle 2 Jahre geschlechtsreif? (Lüling, 1964)	keine
Osteoglossum bicirrhosum)*	2 Jahre (Lowe, 1964)	sehr groß (Eierdurchm. 1,6 cm! Wolfsheimer, (1964); im Coelom wie b. d. Salmoniden (Lüling, 1961, 1964) m. sehr niedriger Eierzahl (knapp 200, Lowe, 1964). Gelege:	Laichgrube als flüchtige, flache Vertiefung (Wolfsheimer, 1964) 135 Eier (Wolfsheimer, 1964); Gelege: 150 Eier (Maupin, 1967)	keine
Heterotis niloticus	Ende des 2. Jahres (Daget, 1957)	klein bis mittelgroß; im Coelom wie bei den Salmoniden (Budgett, 1901)	Eiergelege auf geglätteten u. gesäuberten Boden (Budgett, 1901); Boden leicht ausgehöhlt (Daget, 1957)	Großes „Nest" als stationärer Ringwall aus Grasstengeln meist innerhalb des Gelegesaumes o. an d. Grenze d. Gelegesaumes zum Freiwasser (Budgett, 1901; Daget, 1957) u. a.
Scleropages leichhardti	?	?	wahrscheinlich keine Laichgrube (Whiteley, 1957)	?
Scleropages formosus	?	verhältnismäßig große Eier in geringer Zahl	wahrscheinlich keine Laichgrube	?

Species	Maulbrutphase während der Eierreifung	Larvale Kiemenanhänge in den ersten Lebenstagen	Zeitspanne bei der die geschlüpften Larven am Boden bleiben	Kopfsekretionsorgane der Eltern in guter Ausbildung
Arapaima gigas	sehr unwahrscheinlich (Fontenele, 1948; Lüling, 1964)	sehr unwahrscheinlich (Lüling, 1964)	7—8 Tage (Fontenele, 1948; Lüling, 1964)	in sehr guter Ausbildung (Lüling, 1964)
Osteoglossum bicirrhosum	vorhanden (Maupin, 1967)	sehr unwahrscheinlich	Eier werden gleich nach Ablage aufgenommen u. Larven schlüpfen im Maul des ♂ (Maupin, 1967)	—
Heterotis niloticus	keine	vorhanden (Budgett, 1901; Svensson, 1933; Daget, 1957)	3 Tage (Verlassen des „Nestes" am 5. bis 6. Tag) (Svensson, 1933; Daget, 1957)	in guter Ausbildung (d'Aubenton, 1955)
Scleropages leichhardti	vorhanden (Bancroft, 1924; Whiteley, 1957)	?	?	?
Scleropages formosus	vorhanden, und zwar im Maul des ♀; Smith, 1945	?	?	?

Species	Bewachung der Eier u. Jungfische durch die Eltern	Schwarmbildung der Jungfische	Aufnahme der abgelegten Eier bei Gefahr in das Maul durch einen Elternteil	Aufnahme der kleinen Jungfische bei Gefahr in das Maul durch einen Elternteil
Arapaima gigas	durch beide Eltern (♂ wahrscheinlich der stärker bewachende Teil (Lüling, 1964)	vorhanden (Lüling, 1964)	sehr unwahrscheinlich (Lüling, 1964)	sehr unwahrscheinlich (Lüling, 1964)
Osteoglossum bicirrhosum	vorhanden (Maupin, 1967)	wahrscheinlich	Eier werden automatisch nach Ablage aufgenommen (Maupin, 1967)	vorhanden und zwar durch das ♂ (Maupin, 1967)
Heterotis niloticus	durch einen Elternteil (Daget, 1957); durch ♀ am „Nest"; ♂ in „Nest"-Nähe (Olaniyan u. Zwilling, 1963). Bewachung der Jungfische 3—4 Monate! (Olaniyan u. Zwilling, 1963)	vorhanden und zwar bes. nach dem Verlassen d. „Nestes" (Svensson, 1933; Daget, 1957)	sehr unwahrscheinlich	sehr unwahrscheinlich
Scleropages leichhardti	wahrscheinlich	wahrscheinlich	wahrscheinlich (Brancroft, 1924)	wahrscheinlich (Brancroft, 1924)
Scleropagss formosus	wahrscheinlich	wahrscheinlich		höchst wahrscheinlich

Species	Nahrungsverweigerung d. Elterntiere während der Laichperiode	(Haupt) Laichzeit	Kurze Charakteristik des Laichbiotops
Arapaima gigas	höchst wahrscheinlich (Lüling, 1964)	kurz vor der Hochwasserzeit (Lüling, 1964)	Flaches Stillwasser (ohne Turbulenzen) eingefaßt von reichlich aquaphilen Pflanzen. Hochtemperiert (Lüling, 1964)
Osteoglossum bicirrhosum	♂ unmittelbar vor d. Ablaichen sehr gefräßig, dann nach d. Ablaichen keine Nahrungsaufnahme. ♀ zeigt gesteigertes Nahrungsbedürfnis während der Ovarialentwicklung (Maupin, 1967)	kurz vor der Hochwasserzeit (Lowe, 1964)	Flaches Stillwasser (ohne Turbulenzen) eingefaßt von reichlich aquaphilen Pflanzen. Hochtemperiert (Lüling, 1964)
Heterotis niloticus	keine	Beginn d. Hochwasserzeit (mit herbstl. Max.) (Budgett, 1901; Svensson, 1933; d'Aubenton, 1955; Daget, 1957; Olaniyan u. Zwilling, 1963)	Flaches Stillwasser (ohne Turbulenzen) eingefaßt von reichlich aquaphilen Pflanzen. Hochtemperiert (Budgett, 1901; Svensson, 1933; Daget, 1957)
Scleropages leichhardti	vorhanden (Whiteley, 1957)	Beginn der Hochwasserzeit (Bancroft, 1924)	Flaches Stillwasser (ohne Turbulenzen) eingefaßt von reichlich aquaphilen Pflanzen. Hochtemperiert); mehrere Autoren
Scleropages formosus	wahrscheinlich	höchst wahrscheinlich wie bei *S. leichhardti*	höchst wahrscheinlich wie bei *S. leichhardti*

Literatur

d'Aubenton, F. (1955): Étude de l'appareil branchiopineal et de l'organe suprabranchial d'*Heterotis niloticus* Ehrenbaum 1827. — Bull. Inst. Français d'Afrique Noire, Bd. XVII, Sér. A, No. 4, p. 1179—1201.

Bancroft (1916): Proc. Roy. Soc. Queensland, Bd. 28, p. 93.

— (1924): Some further observations on the Dawson River Barramundi: *Scleropages leichhardti.* — Proc. Roy. Soc. Queensland, Bd. 35, p. 46—47.

Blanc, M., und F. d'Aubenton (1965): Sur la Présence de *Scleropages formosus* (Müller et Schlegel 1844), Poisson de la Familie des Osteoglossidae dans les Eaux Douces du Cambodge. — Bull. Mus. Nat. Hist., 2. Sér., Tome 35, p. 397—402.

Bolk, L., Göppert, E. Kalius und W. Lubosch (1939): Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere (Kap. Die Schwimmblase; Bd. III, p. 883—908).

Budgett, J. B. (1901): The habits and development of some West African Fishes. — Proc Cambridge Phil. Soc. 11, Part. II, p. 102—104.

— (1901): On the breeding habits of some West African Fishes, with an account of the external features in the development of *Protopterus annectens* and a description of the larva of *Polypterus lapradei.* — Trans. Zool. Soc. London, 16.

de Castelnau, M. F. (1876): Mémoire sur les Poisssons Appelés Barramundi par les Aborigènes du Nord-Est de L'Australie. — Journ. Zool. (Gervais), 5, p. 129—136.

Daget, J. (1957): Reproduction et croissance d'*Heterotis niloticus.* — Bull. Inst. Français d'Afrique Noire, Sér. A, Bd. 19, p. 295—323.

Darlington, Jr., Ph. L. (1957): Zoogeography. New York (Über Osteoglossidae. p. 52 und 107/108).

Fontenele, O. (1948): Contribuição para o Conhecimento da Biologia do Pirarucú, „*Arapaima gigas*" (Cuvier), un Cativeiro (Actinopterygii, Osteoglossidae). — Rev. bras. Biol. 8 (4), p. 445—459.

Greenwood, P. H., D. E. Rosen, H. Weitzmann und G. E. Myers (1966): Phyletic Studies of Teleostean Fishes, with a Provisional Classification of Living Forms. — Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., Vol. 131,4.

Johnels, G. (1954): Notes on fishes from the Gambia River. — Ark. för Zool., Ser. 2, Bd. 6, Nr. 17, p. 327—411.

Lowe (McConnell), R. H. (1964): The Fishes of the Rupununi Savanna District of British Guiana, South America. Part. 1. Ecological Groupings of Fish Species and Effects of the Seasonal Cycle on the Fish. — Journ. Linn. Soc. (Zool.), 45, No. 304, p. 103— 144.

Lüling, K. H. (1961): Süßwasserrochen, Knochenzüngler-Fische und Piranhas im Rio Pacaya im Inneren Perus. — Urania, Jahr. 24, H. 8, p. 309—313.

— (1964): Wiss. Ergebnisse der Amazonas-Ucayali-Expedition Dr. K. H. Lüling 1959/60: Zur Biologie und Ökologie von *Arapaima gigas* (Pisces, Osteoglossidae). — Zeitschr. Morphol. u. Ökologie d. Tiere, Bd. 54, p. 436—530.

— (1966): More about the Rainbow Arowana, *Osteoglossum bicirrhosum.* — Trop. Fish Hobbyist, Vol. XIV, No. 8, p. 38—46.

— (1968): *Arapaima* Giant Fish of Amazonas. — Animals (London), Vol. 11, No. 5, Sept., p. 222—225.

Maupin, T. (1967): Arowanas spawned — Frey doing well. — Trop. Fish. Hobbyist, Vol. XVI., Sept., p. 16—27.

Sanchez Romero, J. (1961): El Paiche — aspectos de su historia natural, ecologia y aprovechamiento. — Serv. Pesquería, Min. Agricultura, Lima, p. 1 bis 48.

Smith, H. M. (1945): The Fresh-Water Fishes of Siam, or Thailand. U. S. Nat. Mus., Bull. 188, Kap. über *Scleropages formosus*, p. 55/56.

Svensson, G. S. O. (1933): Fresh Water Fishes from the Gambia River. (Kap. über *Heterotis niloticus*, p. 43—47). — Kungl. Svenska. Veternskap. Handl., Ser. 3.

Olaniyan, C. I. O., und K. K. Zwilling: The suitability of *Heterotis niloticus* Ehrenbaum (Osteoglossidae) as a fish of cultivation, with a note on its spawning behaviour. — Bull. Inst. Français d'Afrique Noire, Tome XXV, Sér. A, No. 2, p. 513—525.

v. Wahlert, G. (1968): *Latimeria* und die Geschichte der Wirbeltiere (Eine evolutionsbiologische Untersuchung). — Aus „Fortschr. Evolutionsforsch.", Bd. IV. Stutgart.

Witeley, G. P. (1957): The Freshwater Fishes of Australia. — Aqualife (Five Dock, Australia).

Wolfsheimer, G. (1964): Arowanas spawned. — Aquarium Journ. (San Francisco), Vol. XXXV, No. 11, p. 529—534.

Anschrift des Verfassers: Dr. K. H. Lüling, Zool. Museum Alexander Koenig, 53 Bonn, Adenauerallee 150—164.